©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Einige Versuche über sogenannte Peptone.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

Da wir von dem chemischen Verhalten der mit dem Namen der Peptone belegten Körper so äußerst wenig wissen, so habe ich mehrere Versuche über dieselben angestellt. Die Ausbeute ist bis jetzt gering, aber ich glaube doch einige Resultate veröffentlichen zu sollen. Auf einem bis jetzt so öden Gebiete ist auch die Mittheilung vereinzelter Thatsachen gerechtfertigt, da es vielleicht noch lange dauern wird, bis sich dieselben einem zusammenhängenden Ganzen einordnen lassen und sie inzwischen doch dem Einen oder dem Anderen, der sich mit dem Gegenstande beschäftigt, nützen können.

Ich will hier nur von Peptonen der Eiweißkörper handeln und verstehe darunter mit der Mehrzahl meiner Fachgenossen diejenigen ihrer Verdauungsproducte, welche nicht mehr durch Blutlaugensalz aus saurer Lösung gefällt, wohl aber durch Tannin niedergeschlagen werden.

Ich kann die wenigen positiven Reactionen, die von diesen Körpern bekannt sind, um drei vermehren. Metawolframsäure, Phosphormolybdänsäure und Jodquecksilberkalium erzeugen in ihren Lösungen reichliche Niederschläge, was in sofern von einigem Interesse ist, als bekanntermaßen alle drei Reagenten innerhalb derselben Gruppen von stickstoffhaltigen Körpern Fällungen hervorbringen, Gruppen, deren Glieder auch zum großen Theile mit Tannin schwerlösliche Verbindungen eingehen.

Die Verbindungen mit Metawolframsäure werden erhalten, wenn man gewöhnliches wolframsaures Natron mit Phosphorsäure versetzt und diese Flüssigkeit als Reagens benützt, wie man es bei der Aufsuchung organischer Basen zu thun pflegt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Man hat nur darauf zu achten, daß die hinreichende Menge von freier Säure vorhanden sei.

Der Niederschlag ist weiß, sehr voluminös und muß mit Wasser ausgewaschen werden, dem man Phosphorsäure mit wolframsaurem Natron gemischt zugesetzt hat.

Die Verbindungen mit Phosphormolybdänsäure erhält man, indem man der Peptonlösung Salpetersäure und phosphormolybdänsaures Natron wie bei der Aufsuchung organischer Basen hinzufügt.

Der Niederschlag ist weißlich-gelb, gleichfalls sehr voluminös, wenn auch nicht ganz so voluminös, wie der durch Metawolframsäure hervorgebrachte. Er wird ausgewaschen mit Wasser, dem man Salpetersäure und phosphormolybdänsaures Natron zugesetzt hat.

Der Niederschlag durch Jodquecksilberkalium wird bewirkt nachdem man die Peptonlösung, wenn sie noch nicht sauer und zwar ziemlich stark sauer war, mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert hat. Er ist gelblich-weiß und anfangs sehr voluminös; beim Umschütteln aber backen die Flocken leicht in Klumpen zusammen, über denen eine trübe Flüssigkeit stehen bleibt, die trüb durchs Filtrum geht. Ausgewaschen wird der Niederschlag mit Wasser, das man mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert hat.

Die in diesen drei Niederschlägen enthaltenen Verdauungsproducte sind aber nicht identisch, wenigstens brauchen sie es nicht zu sein, wenn sie auch sämmtlich aus derselben Muttersubstanz und sämmtlich von ein und demselben Verdauungsversuche abstammen.

Indessen ist ihnen, den Reactionen nach zu urtheilen, eine Substanz gemeinsam. Diese gleicht den Eiweißkörpern darin, daß sie durch Tannin, durch Metawolframsäure, durch Phosphormolybdänsäure und durch Jodquecksilberkalium (aus saurer Lösung) gefällt wird, daß sie sich, mit Salpetersäure gekocht, mit Alkalien gelb färbt, und daß sie mit wässerigem Kali und einigen Tropfen einer verdünnten Kupfervitriollösung eine purpurfarbene Flüssigkeit gibt; aber sie unterscheidet sich von den Eiweißkörpern dadurch, daß sie in heißem und kaltem Alkohol löslich ist, durch Blutlaugensalz aus ihrer sauren wässerigen Lösung nicht gefällt wird und mit Schwefelsäure und Zucker keine rothe Färbung gibt. Was diese letzte Reaction anlangt, so habe ich zwar in einigen Fällen ein positives

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Resultat erhalten, obgleich Blutlaugensalz kein Eiweiß mehr anzeigte; aber in anderen Fällen erhielt ich ein entschieden negatives Resultat, und auch in denen, in welchen die Färbung eintrat, war sie viel weniger intensiv, als man sie mit Eiweißkörpern erhält. Ich muß deßhalb annehmen, daß sie von einer Veruneinigung mit einer den Eiweißkörpern noch näher stehenden Verbindung herrührte, welche abzuscheiden ich vorläufig kein Mittel besaß.

Die durch die vorerwähnten Reactionen charakterisirte Substanz bildet einen wesentlichen Bestandtheil des Gemenges von Verdauungsproducten. Sie widersteht auch der weiteren Veränderung verhältnißmäßig lange. Ich habe sie mit den beschriebenen Reactionen noch wiedergefunden in einer Flüssigkeit, die aus in der Hitze geronnenem Eiweiß durch drei Monate langes Behandeln mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit bei Zimmerwärme erhalten war.

Ich will die Substanz der Kürze halber mit dem Interimsnamen Alkophyr bezeichnen.

Ich bin mir dabei wohl bewußt, daß die erwähnten Reactionen, sowohl die positiven als die negativen, mehreren Substanzen gemeinsam zukommen können; aber sie geben in ihrer Gesammtheit doch eine bessere Charakteristik, als man sie bisher für irgend eines der sogenannten Peptone besessen hat. Freilich muß man hierbei die Löslichkeit in Alkohol noch als wesentliches Merkmal gelten lassen: denn neben dem Alkophyr kommt eine andere Substanz vor, welche in kaltem und heißem Alkohol unlöslich, in Wasser aber ebenso wie das Alkophyr leicht löslich ist und mit ihm in allen vorerwähnten Reactionen übereinstimmt, sowohl in denen, welche es mit den Eiweißkörpern gemein hat, als auch in denen, die es davon unterscheiden.

Es schließt dies nicht aus, daß später vielleicht noch mehrere Reactionen gefunden werden, die sie vom Alkophyr unterscheiden.

Ich will diese zweite Substanz mit dem Namen Hydrophyr bezeichnen. Ich gewann sie zuerst aus den Verdauungsproducten von Blutfibrin.

Dasselbe war 48 Stunden lang bei einer Temperatur von 35—38° der Wirkung einer ziemlich kräftigen Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt worden. Die Säure wurde dann bis zur schwach sauren Reaction abgestumpft, filtrirt und das Filtrat eingedampft, noch ehe alles Wasser verdampft war mit viel Alkohol übergossen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und mit demselben bis zur Erschöpfung in einem Kolben heiß extrahirt. Dann wurde noch mit Alkohol extrahirt, dem etwas Ammoniak zugesetzt war und der von neuem etwas auflöste. Der auch jetzt unlösliche Rückstand endlich enthielt das in Wasser leicht lösliche Hydrophyr, welches die oben erwähnten Reactionen zeigte.

Als ich es später in den Verdauungsproducten von rohem Hühnereiweiß, das 41 Stunden lang der Digestion unterworfen gewesen war, wieder aufsuchte, fand ich, daß eine Reaction mit meinen früheren Erfahrungen nicht übereinstimmte. Die Lösung färbte sich noch mit Schwefelsäure und Zucker roth. Es muß also daneben noch ein Verdauungsproduct vorkommen, das zwar durch Blutlaugensalz nicht mehr gefällt wird, sich aber noch die Eigenschaft der Eiweißkörper bewahrt hat, durch Schwefelsäure und Zucker geröthet zu werden. Dieselbe Reaction zeigte ein Hydrophyr, das ich durch Verdauung von in der Hitze geronnenem Eiweiß bei der Temperatur von 35—38° erhalten hatte.

Es liegt scheinbar ein Widerspruch darin, wenn Mulder den Alkohol unter den Reagentien aufführt, durch welche die Peptone nicht gefällt werden, während Lehmann und Andere sie als in Weingeist von 83 Proc. unlöslich beschreiben.

Aber Mulder spricht ausdrücklich vom Fällen aus saurer Lösung und außerdem war in den Flüssigkeiten, welche er untersuchte, die Veränderung viel weiter vorgeschritten. Lehmann stellte seine Peptone dar, „nachdem der größte Theil der zu verdauenden Substanzen in Lösung übergangen war", während Mulder die Mischung vier Tage lang täglich acht Stunden bei der Temperatur von 40° Celsius erhielt. Man kann sich übrigens leicht überzeugen, daß zu allen Zeiten in Alkohol unlösliche Verdauungsproducte vorhanden sind. Man neutralisirt, dampft ein, mischt starken Weingeist (96 bis 96½ Volumpercent) hinzu und extrahirt.

Anfangs, d. h. in der Periode der Auflösung des zu verdauenden, oder kürzere oder längere Zeit nachher findet sich, außer den noch durch Blutlaugensalz fällbaren Eiweißkörpern, Hydrophyr; später treten dafür andere Producte auf, die den Eiweißkörpern schon ferner stehen, indem sie mit Kupfer und Kali keine Purpurfärbung mehr geben und auch in anderen Reactionen abweichen.

Ich hatte Eiweiß, das durch Hitze coagulirt und dann ausgewaschen war, drei Monate hindurch bei gewöhnlicher Zimmer-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wärme der Einwirkung einer Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt und, indem ich von Zeit zu Zeit mit Phosphorsäure nachsäuerte, dafür gesorgt, daß die Reaction immer ziemlich stark sauer blieb.

Die Flüssigkeit nahm dabei einen Geruch nach altem Käse an und enthielt, als sie schließlich untersucht wurde, noch Alkophyr, und außerdem in Wasser lösliche aber in Alkohol unlösliche Producte in großer Quantität. Sie gaben mit Kupfervitriol und Kali keine Purpurfarbe mehr und enthielten somit kein Hydrophyr. Aus ihrer wässerigen Lösung wurden sie nur zum sehr kleinen Theile durch Tannin und noch weniger durch Jodquecksilberkalium gefällt, aber Phosphormolybdänsäure schlug in reichlicher Menge einen Körper nieder, den ich bis jetzt nicht näher untersucht habe.

Von einem Ammoniakniederschlage unterschied sich die Fällung schon durch ihre fast weiße Farbe. Auch gab Neßlerisches Reagens in der Flüssigkeit einen schön goldgelben Niederschlag, keinen rostbraunen.

Wenn man die Verdauungsproducte neutralisirt und eingedampft hat, und sie dann mit siedendem Alkohol auszieht, so lassen die ersten Portionen beim Erkalten stets größere oder geringere Mengen eines weißen Sedimentes fallen. Dasselbe ist in Wasser immer leicht löslich und zeigt alle die Reactionen, welche dem Hydrophyr und Alkophyr gemeinsam sind. Möglicherweise verdankt es dieselben nur einer Quantität von letzterem, die sich beim Erkalten mit ausgeschieden hat. Die übrigen Bestandtheile dieses Sediments habe ich bis jetzt nicht näher untersuchen können, es scheint aber auch, als ob seine Zusammensetzung je nach der Natur der Muttersubstanz und der Periode der Verdauung nicht unbedeutend verschieden sei.

Wenn man nach dem Ausziehen mit Alkohol einen hydrophyrhaltigen Rückstand vorfindet, so kann man, nachdem man denselben mit wenig Eisessig übergossen hat, durch Alkohol neue Mengen einer Substanz ausziehen, die alle Reactionen zeigt, die dem Hydrophyr und Alkophyr gemeinsam sind. Es gelang mir aber nicht durch weiteres Auskochen mit essigsäurehaltigem Alkohol alles Hydrophyr in alkoholische Lösung überzuführen.

Das Lösungsmittel nahm weniger und weniger auf und gab endlich keinen durch Metawolframsäure fällbaren Rückstand mehr. Das der Extraction unterworfene aber enthielt noch immer Hydrophyr.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es war offenbar nothwendig zu ermitteln, ob das Alkophyr ein Product der Verdauung im eigentlichen Sinne des Wortes, oder ob es etwa schon fertig gebildet im Eiweiß enthalten ist. Dies habe ich in folgender Weise gethan. Ich vermischte Hühnereiweiß möglichst vollständig mit Wasser und fügte Essigsäure bis zur schwach sauren Reaction hinzu. Dann coagulirte ich durch Wärme möglichst vollständig und filtrirte vom Coagulum ab. Das Filtrat wurde auf dem Wasserbade eingedampft, mit viel Alkohol vermischt und mit demselben heiß extrahirt. Der Rückstand der alkoholischen Auszüge enthielt kein Alkophyr. Die wässerige Lösung desselben wurde zwar reichlich gefällt durch Metawolframsäure, aber sie wurde nicht gefällt durch Tannin, nicht durch Phosphormolybdänsäure und auch nicht durch Jodquecksilberkalium. Mit Kali und Kupfervitriol gab sie keine Purpurfarbe.

Das Alkophyr ist also nicht im gewöhnlichen Hühnereiweiß enthalten, sondern entsteht erst aus ihm während der Verdauung. In Übereinstimmung damit wird es auch erhalten aus in der Hitze coagulirtem und wohl ausgewaschenem Eiweiß, aus dem alles fertig gebildete Alkophyr längst herausgewaschen sein würde. Ebenso wird es erhalten aus rein ausgewaschenem Fibrin.

Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, daß hierbei das Alkophyr nicht etwa schon in der angewendeten Verdauungsflüssigkeit enthalten war, daß dieselbe vorher auf ihre Reactionen untersucht wurde.

Was bei der erwähnten Untersuchung des unveränderten Eiweißes sich im kochenden Alkohol nicht gelöst hatte, wurde mit Wasser übergossen, erwärmt und filtrirt. Das Filtrat wurde reichlich gefällt durch Tannin und durch Phosphormolybdänsäure. Durch Metawolframsäure und durch Jodquecksilberkalium wurde die Lösung stark, durch Blutlaugensalz schwach getrübt. Mit Kupfervitriol und Kali gab sie noch eine Färbung, mit Zucker und Schwefelsäure aber nicht.

Zum Schluße will ich noch näher sprechen über eine Reaction, welche in der Peptonchemie häufig zur Anwendung kommt, über die mittelst Kali und Kupfervitriol erzeugte Purpurfärbung. Diese wurde bekanntlich zuerst an Peptonen beobachtet, und erst später erkannte man, daß sie auch an allen Eiweißkörpern hervorgerufen werden kann. Die Eiweißkörper mögen im festen oder im gelösten Zustande

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vorhanden sein, man mag statt des Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Kalkwasser anwenden, immer entsteht die Purpurfarbe. Da die Menge des Kupferoxydsalzes, die dazu erheischt wird, äußerst gering ist, so würde man Eiweißkörper oder Peptone als Reagens auf Kupfer anwenden können, wenn wir um Reagentien auf Kupfer in Verlegenheit wären. Fügt man z. B. zu Wasser so viel Kupferoxyd-Ammoniak, daß eben eine schwach bläuliche Färbung wahrzunehmen ist, wirft dann Fibrinflocken hinein und schüttelt; so entfärbt sich die Flüssigkeit vollständig und das Fibrin nimmt Purpurfarbe an.

Fügt man zu Wasser einige Tropfen einer Kupfervitriollösung und schüttelt damit eine Fibrinflocke, so färbt diese sich schwach grünlich und wird, in Kalkwasser geworfen, purpurfarben.

Stellt man die Probe, um in Flüssigkeiten Eiweißkörper oder Peptone zu suchen, in der gewöhnlichen Weise mit Kali und Kupfervitriollösung an, so muß die letztere, wenn man es mit kleinen Mengen zu thun hat, sehr vorsichtig zugesetzt werden. Von der purpurnen Kupferverbindung entsteht nur eine gewisse Menge, was man mehr hinzufügt, bleibt blau und verdirbt die charakteristische Farbe, indem es sie ins Violette zieht. Hierbei gibt es dann zwei Möglichkeiten: entweder das überflüssige zugesetzte Kupferoxyd bleibt auch gelöst, so daß man eine dauernd violette klare Flüssigkeit hat, oder es trübt die Flüssigkeit als Kupferoxydhydrat und setzt sich später als lichtblauer Niederschlag zu Boden, während die darüber stehende Flüssigkeit wieder purpurfarben erscheint. Der letztere Fall tritt mit Alkophyr immer ein, wenn man dasselbe so viel, als es bis jetzt möglich ist, von anderen organischen Substanzen getrennt hat. Es hält nicht mehr Kupferoxyd in Lösung, als es roth färbt. Ich habe dies an Alkophyr gesehen, das ich an Metawolframsäure gebunden, mittelst Barytwasser davon abgeschieden und dann von Baryt befreit hatte. Dasselbe beobachtete ich an Alkophyr, das ich auf analogem Wege mittelst Phospormolybdänsäure gereinigt hatte.

Die Untersuchung mittelst des Spectralapparates zeigt, daß die Farbe einfach durch Absorption des mittleren Theiles des Spectrums entsteht. Es findet eine starke Absorption des Grün statt, die sich mit abnehmender Intensität auf das Gelb und das Blau erstreckt.
